

EINE NEUE REPOSITIONSHILFE FÜR DIE KINDERCHIRURGIE

STEPHAN KLEIN, LUTZ WÜNSCH, SEAN LUENZ, HALA EL-SHAFFEY, FRANZISKA HAINER

Kurzfassung

Die Unterarmfraktur ist eine der häufigsten Verletzungen im Kindesalter. Zur Vermeidung von Folgeschäden und einer sichtbaren Achsendeviation ist bei dislozierten Frakturen eine Reposition erforderlich. Dazu wurde im Labor für Medizinische Sensor und Gerätetechnik der Fachhochschule Lübeck gemeinsam mit der Klinik für Kinderchirurgie des Universitätsklinikums Schleswig-Holstein, Campus Lübeck, eine neuartige Repositionshilfe entwickelt.

Die vorgestellte Repositionshilfe besteht aus einem Spritzgussteil, das in den Gips eingearbeitet wird und dessen zwei Abschnitte so gelenkig miteinander verbindet, dass die Achse in der Frakturzone angeordnet ist. Nach dem Aushärten werden handelsübliche Verstellelemente angebracht, mit denen der Frakturwinkel einfach und reproduzierbar korrigiert werden kann. Nach der Patentierung soll das Produkt durch Lizenznehmer vermarktet werden.

Ausgangssituation

Die Unterarmfraktur ist eine der häufigsten Verletzungen im Kindesalter [1, 2]. Kinder und Jugendliche sind durch ihren Bewegungsdrang und ihre Experimentierfreudigkeit naturgemäß verletzungsgefährdet und insbesondere bei Stürzen auf den Unterarm kommt es häufig zu einer Fraktur des Radius und/oder der Ulna (Bild 1). Abhängig vom Alter der Patienten und damit vom Korrekturpotential des frakturierten Knochens und des Dislokationsgrades stehen verschiedene Behandlungsoptionen zur Wahl. Insbesondere bei der distalen Unterarmfraktur



Bild 1. Kindliche Unterarmfrakturen

des jüngeren Kindes bestehen gute Heilungsaussichten bei konservativer Therapie. Auf eine operative Reposition und Kirschner-Drahtosteosynthese in Allgemeinnarkose kann bei gering ausgeprägtem Dislokationsgrad verzichtet werden. Im Gegensatz dazu müssen stark dislozierte, verkürzte oder offene Frakturen zeitnah versorgt werden, um gute Bedingungen für die Ausheilung der Fraktur und ein gutes funktionelles Ergebnis zu erreichen [2].

Versorgungsoptionen

Ob eine Reposition erforderlich ist, hängt vom Dislokationsgrad und vom Alter des Patienten ab, weil es bis zum Abschluss des Wachstums zu reinem Korrekturwachstum kommen kann. Im Management der distalen Unterarmfraktur besteht bei einer radiologisch und/oder sonographisch gesicherten Abkipfung von ca. 15-20° und jungem Alter (bis ca. 10 J.) eine Grauzone. Hier haben sich in der aktuellen Praxis drei verschiedenen Herangehensweisen etabliert:

- Ruhigstellung des betroffenen Armes im Gips und radiologische Verlaufskontrolle nach ca. 1 Woche, um dann abhängig von der aktuellen Stellung der Fraktur über die Fortführung der konservativen Ausheilung zu entscheiden.
- Unmittelbare sichere Reposition in einer Form der Betäubung/Narkose und Ruhigstellung im Gips mit dem Restrisiko einer Sekundärdislokation.
- Direkte geplante Osteosynthese in Narkose.

Demnach besteht das Risiko der Übertherapie und dem gegenüber steht bei rein abwartendem Verhalten ein insgesamt verlängerter Therapiezeitraum. Dieser kommt zustande, wenn nach erfolgter radiologischer Kontrolle die Indikation zur Operation gestellt wird, an die sich typischerweise eine Ruhigstellung der operierten Extremität von 4 Wochen anschließt.

Wie kann also der Zeitraum des Abwartens bis zur radiologischen Kontrolle möglichst wenig invasiv genutzt werden, um die Frakturstellung positiv zu beeinflussen?

Während der Kallusbildung ist der Knochen an der frakturierten Stelle noch weich und in permanentem Umbau begriffen. Eine kontrollierte schrittweise Reposition in Minimalbewegungen, die der Patient unter Analgesie problemlos toleriert, könnte innerhalb der Tage eins bis fünf nach Fraktur zu einer deutlichen Verbesserung der Frakturstellung führen.

Diese Behandlung erfolgt gegenwärtig jedoch ausschließlich manuell ohne reproduzierbare Einstellung des entsprechenden Biegewinkels.

Repositionshilfe

Die entwickelte Repositionshilfe ist dadurch gekennzeichnet, dass sie zwei Abschnitte des Gipsverbandes in einer Achse, die in der Frakturstelle liegt, gelenkig verbindet. Dadurch können diese eine relative Biegebewegung zueinander ausführen. Die Repositionshilfe selbst besteht im Wesentlichen aus einem zentralen Bauteil, das bei der Erstversorgung der Fraktur nach radiologischer Kontrolle im Frakturbereich in den Unterarmgips integriert wird (Bild 2, 3). Streben verankern durch ihre offene Struktur das Trägerteil im Gips. Schaumstoffeinlege-teile schützen die Konturen der Repositionshilfe, die nicht mit eingegipst werden sollen. Sie werden nach dem Eingipsen entfernt. Die gelenkige Verbindung erfolgt durch ein Filmgelenk, das im Spritzgussverfahren einfach in die Konstruktion integriert werden kann. Dadurch können alle erforderlichen Funktionen in einem Teil zusammengefasst werden, das vor dem Eingipsen auf die Frakturstelle gelegt werden kann und das Eingipsen der Fraktur nicht behindert.

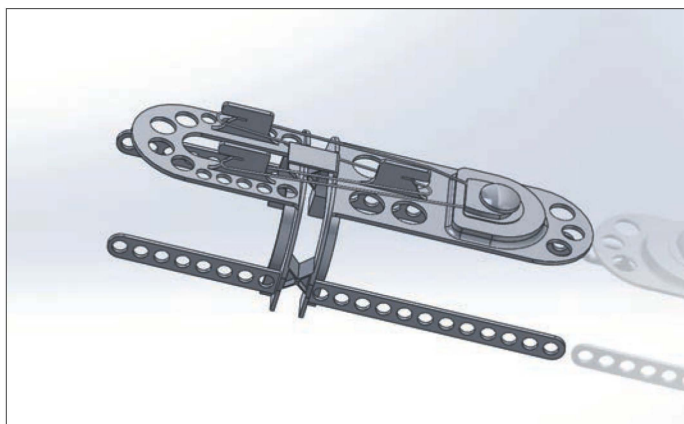


Bild 2. Repositionshilfe - CAD-Modell

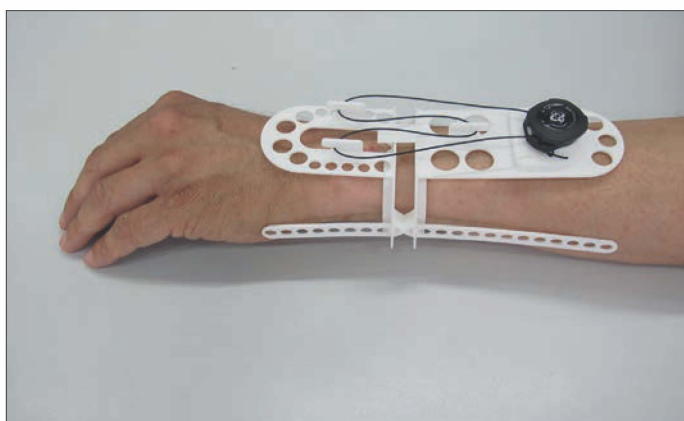


Bild 3. Repositionshilfe - Funktionsmuster vor dem Eingipsen mit montiertem Verstellmechanismus

Auf der Oberseite wird nach dem Aushärten mit einer Schnappverbindung eine Seilzugrolle befestigt, deren Seil über drei Haken geführt wird. Dieser einfache Zugmechanismus belastet exzentrisch und parallel zur Armlängsachse die beiden mit einem Filmgelenk verbundenen Abschnitte mit einer definierten Zugkraft und erzeugt damit eine vordefinierte Drehbewegung um die im Frakturbereich liegende Achse (Bild 4).

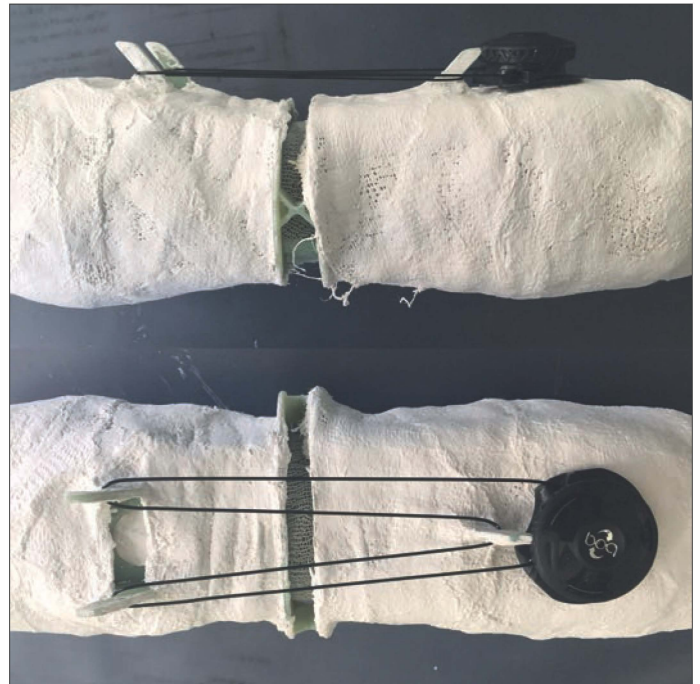


Bild 4. Repositionshilfe - Funktionsmuster mit montiertem Verstellmechanismus nach dem Eingipsen eines Armphantoms (oben: Seitenansicht, unten: Draufsicht)

Während des Eingipsens kann das Trägerteil einfach gehandhabt werden und behindert den Vorgang nicht. Die Kontur ermöglicht eine zuverlässige Verbindung des Trägerteils mit dem Gips. Der Verstellmechanismus wird erst nach dem Aushärten des Gipses angebracht. Dadurch wird er einerseits selbst nicht beschädigt oder in seiner Wirkungsweise eingeschränkt und behindert andererseits das Eingipsen nicht. Der Mechanismus besteht aus einem Vorspannseil, wie es z.B. auch in Skischuhen eingesetzt wird. Die Korrektur der Winkelposition im eingegipsten Zustand kann daher sehr einfach mit einem Spannrädchen erfolgen, die Anzeige wird durch einen einfachen Zeiger mit einer Skala realisiert. Diese beiden Teile sind in das Spritzgussteil integriert.

Um die Beweglichkeit der Repositionshilfe nach dem Eingipsen sicher zu stellen und den Verstellmechanismus befestigen zu können, werden bestimmte Konturen durch eingelegte Schaumstoffteile abgedeckt und geschützt, die nach dem Eingipsen leicht entfernt werden können.

Durch die konstruktive Gestaltung ist eine einfache Produktion des Kunststoffteils im Spritzgussverfahren möglich. Die Verwendung von am Markt eingeführten Komponenten für den Verstellmechanismus, die bereits in Medizinprodukten Verwendung finden, ermöglicht geringe Herstellkosten [3].

Nach dem Eingipsen wird der Einstellmechanismus mit einer Kappe vor der irrtümlichen Betätigung durch den Patienten oder Dritte geschützt.

Die vorgestellte Repositionshilfe ist einfach zu handhaben und ermöglicht eine moderne Form der schrittweisen Reposition ohne invasive Maßnahmen, erhöhte Strahlenbelastung oder negative Auswirkungen auf den Heilungsverlauf. Die radiologische Stellungskontrolle wird beibehalten und eine Operation bei ausgebliebenem Repositionserfolg oder Nicht-Tolerieren der Maßnahme kann weiterhin zeitgerecht geplant werden. Die Repositionshilfe schließt die Lücke zwischen konservativer und minimalinvasiver Traumatologie.

Ausblick

Gegenwärtig wird an der Simulation der Verformungen des Gewebes gearbeitet, um, unterstützt durch weitere experimentelle Arbeiten, die erforderliche Parameter für die Konstruktion zu bestimmen (Bild 5).

Die weiteren Arbeiten sollen anschließend der Untersuchung der Anwendung dienen. Dazu zählen u.a. die Untersuchung des Verstellbereiches sowie die Auswirkungen der erforderlichen Polsterung zwischen Arm und Gips auf die Verstellmöglichkeiten und den Bereich.

Nach dem Abschluss des Patentierungsverfahrens soll die Repositionshilfe mit Hilfe von Lizenznehmern vermarktet werden [4].

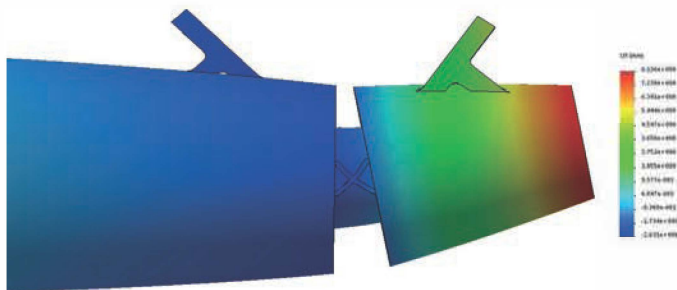


Bild 5. Simulation der Verformung zur Bestimmung des erforderlichen Justierwinkels [5]

Quellen

[1] Wenger, D., Pring, M.: Rang’s children’s fractures. Lippincott Williams & Wilkins, 2005

[2] Schmittenebecher, P. (Hrsg.): Pädiatrische Chirurgie. Urban & Fischer, 2010

[3] Boa Technology Inc., Denver, CO/USA <http://www.boatechnology.com/>. Letzter Zugriff: 15.11.2016

[4] Klein, St., Hainer, F., Wunsch, L., Luenz, S.: Repositionshilfe. Patent DE 10 2015 121 123

[5] El-Shaffey, H.: Simulation of a Biomedical Model and Construction of a Pediatric Phantom in the Development of a Novel Fracture Therapy. Masterarbeit FH Lübeck/ UNI Lübeck, Biomedical Engineering, 2017

Autoren

Prof. Dr.-Ing. Stephan Klein

Fachhochschule Lübeck
 Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften
 Medizinische Sensor- und Gerätetechnik
 (korrespondierender Autor)

Mönkhofer Weg 239
 23562 Lübeck
 E-Mail: klein@fh-luebeck.de

Prof. Dr. med. Lutz Wunsch

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck,
 Klinik für Kinderchirurgie

Sean Luenz

Kansas University, Lawrence/KS, USA

Hala El-Shaffey

Fachhochschule Lübeck
 Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften
 Medizinische Sensor- und Gerätetechnik

Dr. med. Franziska Hainer

Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Campus Lübeck,
 Klinik für Kinderchirurgie

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Präsidium der Fachhochschule Lübeck
Mönkhofer Weg 239
23562 Lübeck
www.fh-luebeck.de

REDAKTION

Autoren/-innen
Schlussredaktion:

Prof. Dr.-Ing. Stephan Klein
Labor für Medizinische Sensor- und Gerätetechnik
Fachhochschule Lübeck
www.msgt.fh-luebeck.de

Frank Mindt, M.A.
Pressestelle
Fachhochschule Lübeck
Telefon: 0451 300 - 5305
Fax: 0451 300 - 5470
E-mail: presse@fh-luebeck.de

SATZ UND LAYOUT

Thowo - Thorben Wolkowski
E-mail: info@thowo.de
www.thowo.de

FOTOS

Autoren/-innen, Pressestelle

ISSN 1618 5528

AUFLAGE
600 Exemplare